

TUOTANNON LAYOUTIN KEHITTÄMINEN

Case: Ramtec Oy

LAHDEN
AMMATTIKORKEAKOULU
Tekniikan ala
Kone- ja tuotantotekniikka
Suunnittelupainotteinen mekatroniikka
Opinnäytetyö
Kevät 2015
Saku Petteri Mitrunen

Lahden ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikka

MITRUNEN, SAKU:

Tuotannon layoutin kehittäminen
Case: Ramtec Oy

Mekatroniikan opinnäytetyö, 25 sivua, 5 liitesivua

Kevät 2015

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimi Ramtec Oy. Työn taustalla oli tarve muuttaa tuotannon tarpeita kohti omaa laitevalmistusta suunnittelemalla uusi layout kokoonpanon osalta FMS-ympäristöön. Nykyisessä layout-mallissa FMS:n ympäristössä ei ole tilaa kokoonpanoa varten. Toteutuvasta layout-suunnitelmasta tehtiin myös alustavat investointilaskelmat.

Opinnäytetyön teoriaosuudessa käydään läpi layout-suunnittelun käsitteet ja perusteet, lyhyesti FMS-järjestelmän ominaisuudet ja investointilaskelmien käsitteet. Työssä esitelty layout-suunnittelu pohjautui teoriaosuuteen.

Opinnäytetyön tuloksena saatiin nykyistä layout-mallia toimivampi layout-suunnitelma alustavien kustannuslaskelmien kanssa.

Asiasanat: layout, tuotanto, investointi

Lahti University of Applied Sciences
Mechanical and Production Engineering

MITRUNEN, SAKU:

Layout development for production
Case: Ramtec Oy

Bachelor's Thesis in Mechatronics, 25 pages, 5 pages of appendices

Spring 2015

ABSTRACT

This thesis was commissioned by Ramtec Oy who needed to change their current contract production towards their own equipment manufacture by planning a new layout for an assembly line in an FMS environment. In the current layout model, there is not enough space for an assembly line in the surrounding area of FMS. Investment calculations were also made from the actual layout plan.

The theoretical part of this thesis consists of layout designing concepts and basics, shortly FMS system's features and finally the principles of investment calculations. The practical part of this thesis is based on theoretical section.

As a result of the study, a more functional layout design plan with preliminary investment calculations was created.

Key words: layout, production, investment,

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
1.1	Ramtec Oy	1
1.1.1	Lahden-tehdas	1
1.1.2	Viron-tehtaat	1
1.2	Työn tausta ja tavoite	2
2	LAYOUT-SUUNNITTELU	3
2.1	Layoutin määritelmä	3
2.2	Layout-tyypit	4
2.2.1	Kiinteäasemainen layout	4
2.2.2	Tuotantolinja	4
2.2.3	Funktionaalinen layout	5
2.2.4	Solulayout	6
2.2.5	Tuotetehdas	7
3	FMS	8
3.1	FMS-periaate	8
3.2	FMS-rakenne	8
4	INVESTOINTILASKELMAT	10
4.1	Investointien luokittelu	10
4.2	Investointilaskelmien tekijät	11
4.2.1	Perushankintakustannus	11
4.2.2	Laskentakorkokanta	11
4.2.3	Nettotuotto	11
4.2.4	Investointiajanjakso	11
4.2.5	Jäännösarvo	12
4.3	Investointilaskelmien menetelmät	12
4.3.1	Nykyarvomenetelmä	12
4.3.2	Annuiteettimenetelmä	13
4.3.3	Pääoman tuottoastemenetelmä, ROI	13
4.3.4	Takaisinmaksuajan menetelmä	14
5	SUUNNITTELUTYÖN TOTEUTUS	15
5.1	Lähtökohdat	15
5.2	Nykytilanteen kuvaus	15

5.3	Rajoittavat tekijät	16
6	TUOTANNON LAYOUT-MUUTOKSET	17
6.1	Maalauslinja	18
6.2	Kokoonpanosolujen sijoitus FMS-ympäristöön	19
6.3	Muut kehitykset	19
7	INVESTOINTILASKUT	20
8	YHTEENVETO	22
	LÄHTEET	23
	LIITTEET	24

1 JOHDANTO

1.1 Ramtec Oy

Ramtec Oy kehittää, suunnittelee, valmistaa, markkinoi ja myy maailmanlaajuisesti tunnettuja murskaimia, seuloja ja iskuvasarakoteloitaan kaivos- ja maanrakennusteollisuuden yrityksille. Ramtec Oy on perustettu vuonna 2002, kun Sandvik Tamrock myi MBO-kaupalla toimivalle johdolle sekä yksityishenkilöistä koostuvalle sijoittajille yrityksen iskuvasaroidenkoteleita ja teräsbetonin murskaimia valmistavan tuotetehtaansa. (Ramtec Oy 2014.)

Vuonna 2002 suurin vasarakoteloiden tilaaja oli Sandvikin Lahden-tehdas, jonne meni lähes 90 prosenttia Ramtecin tuotannosta. Nyt oman tuotekehityksen tuloksena on tuotteiden valikoima kasvanut purkutöissä käytettäviin kouriin ja murskaimiin sekä maanrakennuksessa käytettäviin kauhoihin ja seulukauhoihin. Ramtec Oy:n tuotantotehtaat sijaitsevat Suomessa Lahdessa, jossa sijaitsee tuotteiden kokoonpano, sekä Virossa Rannussa, joka on erikoistunut kulutusteräksestä hitsattuihin kappaleisiin. (Ramtec Oy 2014.)

1.1.1 Lahden-tehdas

Lahden-tehtaan perusti vuonna 1996 Sandvik Tamrock Oy valmistamaan murskaimia ja iskuvasarakoteloita, kunnes tehtaan toimiva johto osti sen vuonna 2002 MBO-kaupalla. Lahden-tehdas on FMS (Flexible Manufacturing System) periaatteella toimiva tehdaskokonaisuus, jossa on konekanta muun muassa seuraavasti; kaksi hitsausrobottia, kolme isoa työstökeskusta, esilämmitysuuni ja ratatyypinen märkämaalaamo. Lahden-tehtaalla kokoonpannaan ja suunnitellaan Robi-murskaimia, Hytera- ja Rowe-kauhoja sekä Xteho-kantoharvestereita, jotka osin valmistetaan Ramtecin Viron-tehtaalla. Henkilöstömäärä Lahden-tehtaalla vuonna 2013 oli noin 20, joista toimihenkilöitä oli 9. (Jerkku 2014.)

1.1.2 Viron-tehtaat

Ramtecillä on myös tuotantoa Virossa, josta yritys osti paikallisen alihankkijansa vuonna 2010. Vuonna 2012 valmistui Rannussa sijaitsevan 1500 neliön konepajan

rinnalle uusi 4000 neliön tehdas. Kulutusteräksen ja levytöiden alkujalostus sekä hitsaus tehdään pääosin Virossa, josta ne siirtyvät koneistukseen ja kokoonpanoon Lahteen. Viron-tehtaat työllistävät yhteensä noin 50 henkeä. (Jerkku 2014.)

1.2 Työn tausta ja tavoite

Ramtec toimii tällä hetkellä sopimusvalmistajana Sandvik Oy:lle, jonka tuotteista 95 % toimitetaan kansainvälisille markkinoille. Omien tuotteiden myynti, suunnittelu ja valmistus aloitettiin vuonna 2005 tukemaan yrityksen kasvua.

Opinnäytetyön projektin taustalla oli siis tarve muuttaa tuotannon tarpeita kohti omaa laitevalmistusta tuomalla kokoonpano FMS-järjestelmään. Nykyisessä layout-mallissa FMS:n ympäristössä ei ole tilaa kokoonpanoa varten, mutta tilaa saadaan lisättyä sijoittamalla maalilinjasto uudelle alueelle. Tavoitteena oli toteuttaa ratkaisu, jossa

- maalaamo on sijoitettu laajennettuun tilaan
- FMS:n käyttö pyritään parantamaan kokoonpanon osalta
- materiaalivirtaus pyritään parantamaan maalauksen, kokoonpanon ja hitsauksen välillä
- uusi varastorakennus huomioidaan materiaalivirtauksessa.

2 LAYOUT-SUUNNITTELU

Keskeisimpinä ja tärkeimpinä tuotannonohjauksen kehittämisen keinoina voidaan pitää läpäisyaikojen lyhentämistä, layoutin selkeyttämistä, automatisoidun tuotantotekniikan hyödyntämistä sekä itseohjautuvien toimintojen kehittämistä (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen. 2009, 405).

2.1 Layoutin määritelmä

Layoutilla tarkoitetaan tuotannon koneiden, laitteiden, varastohyllyjen ja kulureittien sijoittelua tehtaassa. Layout-tyypit voidaan jakaa materiaalivirran ja tuotantolaitteiden sijoittelun perusteella neljään tyyppiin: kiinteäasemainen layout, tuotantolinjalayout, funktionaalinen- ja solulayout sekä joiltain osin myös FMS-painotteiseen layoutiin. Kaikille layout-tyyleille ominaista on tehtävä layout-suunnittelu, joka kattaa tehtaan laitteiden ja koneiden sijainnin ja materiaalivirtojen suunnittelun. (Haverila ym. 2009, 475).

Hyvän layoutin ominaisuuksiin luetaan usein materiaalivirtojen selkeys, layoutin helpohko muunneltavuus, kuljetusmatkojen lyhyys, materiaalin logistiikan tehokkuus, vaativan työn sijoittaminen yhteen paikkaan, tehokas tilan käyttö ja jossa on otettu huomioon myös työntekijöiden työturvallisuus ja -mielekkyys. (Haverila ym, 2009, 482).

Koska layout-suunnitteluun vaikuttaa suuri määrä erilaisia tekijöitä, ei usein ole mahdollista löytää tuotantojärjestelmään parasta mahdollista ratkaisua vaan on tasapainoitettava erilaisten kompromissien välillä. Layout-suunnittelun avuksi onkin tehty monia erilaisia layout-suunnittelua helpottavia apuvälineitä, kuten työnkulkukaavio, tuote- ja tuotantomääräanalyysi, työnkulkukaavio, työajanmittaus ja hyötyarvomatriisi. (Haverila ym, 2009, 479–480).

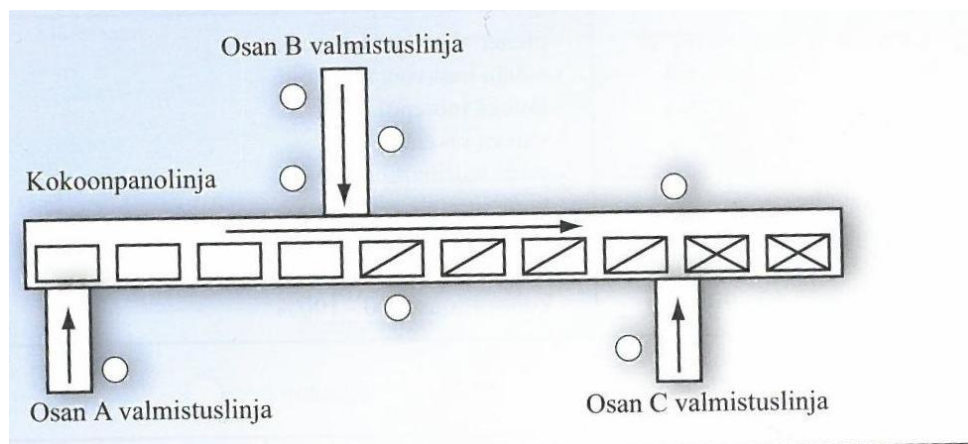
2.2 Layout-tyypit

2.2.1 Kiinteäasemainen layout

Kiinteäasemaisella layoutilla työn suoritus, valmistus ja kokoonpano tapahtuvat yhdellä asemalla alusta loppuun. Tämän tyyppinen layout valitaan usein vaikeasti liikuteltavissa olevien koneiden valmistuksessa. Tuotannon ohjauksessa keskitytään eniten suoritettavien töiden, työntekijöiden ja koneiden vuorotteluun sekä aikataulussa pysymiseen. (Lavikainen 2009)

2.2.2 Tuotantolinja

Tuotantoprosessissa, jossa valmistettavien tuotteiden volyymi ja toistuvuus ovat suuria, valitaan usein layout-tyypiksi linjastomallinen ratkaisu. Valmistus ja kapaleen käsittely on tehokasta tuotantolinjassa, koska koneet, laitteet ja työvaiheet järjestetään valmistettavan tuotteen kokoonpanon mukaiseen järjestykseen (KUVIO 1). Käytettäessä mekaanisia kuljettimia eri työvaiheiden välillä saadaan materiaalinvirtauksesta selkeää ja tehokasta. (Haverila ym. 2009, 475.)



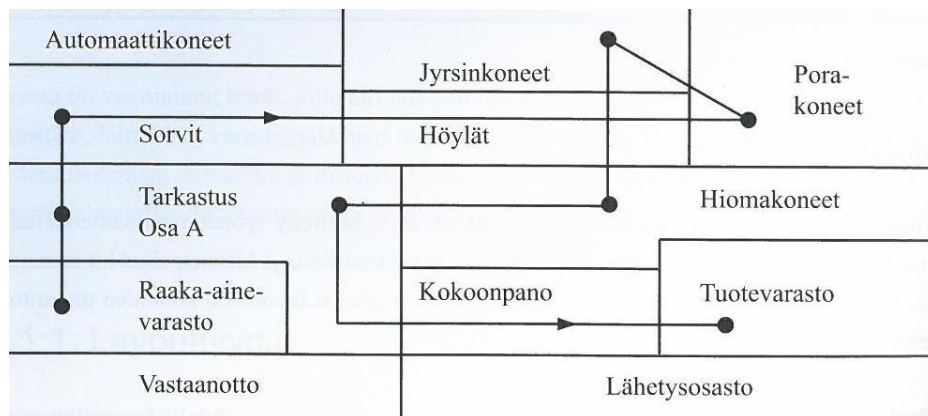
KUVIO 1. Tuotantolinjan periaate (Haverila ym. 2013, 476.)

Suuret valmistusmäärät, joissa toistuvuus on korkea, ovat edellytyksiä tuotantolinjan rakentamiselle. Tuotantolinjan rakentaminen on kallista, mutta kannattavaa, jos valmistettavan tuotteen valmistushinta muodostuu alhaiseksi suurien valmistusmäärien ansiosta. (Haverila ym. 2009, 475.)

Tehostettu laadunvalvonta on tärkeää, koska tuotantolinja on herkkä häiriöille ja pystyy tuottamaan tehokkaasti virheellisiä tuotteita, joiden aiheuttamat kustannukset kasvavat nopeasti suuriksi. Kapasiteetin kasvattaminen ja tuotantosarjan vaihtaminen on vaikea toteuttaa linjan valmistumisen jälkeen, sillä ne tarvitsevat tavallisesti pitkän asetusajan. Tuotantolinjan paras ominaisuus on sen selkeä työnkulku, joka helpottaa linjan tuotannonohjausta yhtenä kokonaisuutena. (Haverila ym, 2009, 475–476.)

2.2.3 Funktionaalinen layout

Tuotantotilassa, jossa koneet ja työpaikat on sijoitettu työtehtävien samankaltaisuuden perusteella, kutsutaan funktionaaliseksi layoutiksi, esimerkiksi hitsauskoneet on sijoitettu hitsaamoon, hiomakoneet hiomomoon ja sorvit sorvaamoon (KUVIO 2). Funktionaalista layoutia kutsutaan myös ryhmä- tai teknologiseksi layoutiksi ryhmittelyn ja tuotantoteknologiaan perustuvan sijoittelun vuoksi. Funktionaalinen layout mahdollistaa tuotantomäärien ja tuotetyyppien helpon vaihtelun. (Haverila ym. 2009, 476.)



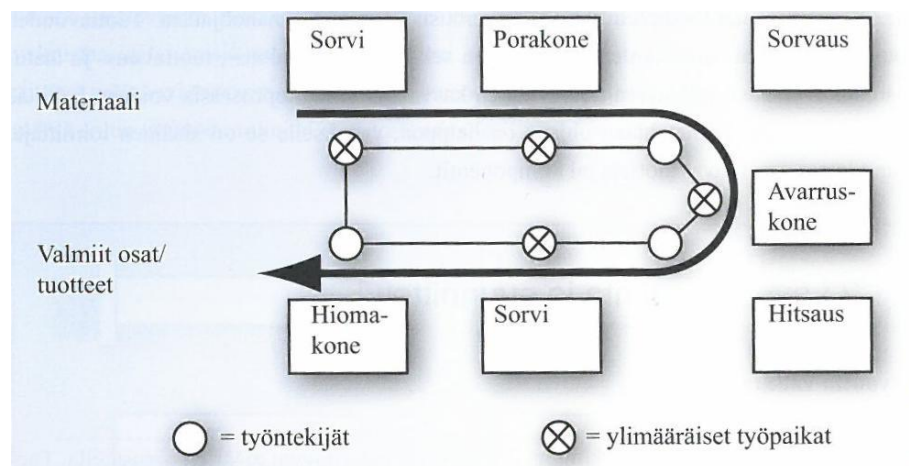
KUVIO 2. Funktionaalisen layoutin periaate(Haverila ym. 2013, 477.)

Funktionaalisisessa layoutissa tavallisesti valmistetaan tuotteet yksittäiskappaleina tai sarjoina monipuolisilla yleiskoneilla, jolloin tuotannon joustavuus eri tuotteille säilyy. Tuotannonohjauksen vaikeana tavoitteena on järjestää tuotteet jonottamaan oikea-aikaisesti työvaiheesta toiseen kasvattamatta työjonoja. Työjonojen kasvaessa tuotannon läpäisy aika ja keskeneräisen tuotannon määrä suurenevät ja aiheuttavat tulostappiota yritykselle. Funktionaalisisessa layoutissa on tärkeää, että työpis-

teiden väliset etäisyydet eivät olisi kovin suuria materiaalien kuljetus- ja käsittelykustannuksien vuoksi. (Haverila ym. 2009, 476.)

2.2.4 Solulayout

Solulayoutissa eri työstökoneet ja työpisteet on järjestetty omaan itsenäiseen työryhmäänsä, joka on erikoistunut tietyn tuotteen tai työvaiheiden tekemiseen (KUVIO 3). Solulayout muistuttaa tuotantolinjaa, joka toimii funktionaalisen layoutin perusteella. Näin ollen solulayout on kahden edellä mainitun layout-tyyppin välimuoto. Solussa työskentelevä ryhmä päättää itse tehtäviensä suunnittelusta ja suorittamisesta, näin ollen työntekijät voivat vaikuttaa itse työnjakoon ja tehtävien kierrättämiseen, mikä taas mahdollistaa tuottavuuden ja motivaation nousun työryhmässä. (Haverila ym. 2009, 477–478.)



KUVIO 3. Solulayoutin periaate (Haverila ym. 2013, 478.)

Solulayoutin hyvinä puolina on selkeä materiaalivirta ilman välivarastointia, valmistuksen joustavuus niihin tuotteisiin, joihin se on suunniteltu, sekä merkittävä etu asetusajojen lyhyedessä tuotteen vaihtuessa. Solun toimiessa joustavammin kuin tuotantolinja ja tehokkaammin kuin funktionaalinen layout, solu mahdollistaa tuotteiden valmistamisen yksittäiskappaleina tai pieninä sarjoina, joiden tuotantomäärät ja eräkoot voivat vaihdella paljonkin. (Haverila ym. 2009, 478.)

Laadunvalvontaa ja tuotannon ohjausta helpottaa eri työvaiheiden tekeminen peräkkäin samalla alueella sekä solun työryhmän vastuu omista tuotteistaan. Vas-

tuunottoa voidaan parantaa motivoivalla laatupalkinnolla. (Haverila ym. 2009, 478.)

2.2.5 Tuotetehdas

Tuotetehdas-termiä käytetään yleisesti suuremman tuotantolaitoksen sisäisestä toimittajasta, joka on keskittynyt oman tuotteen tai yksittäisen osan valmistamiseen itsenäisesti. Itsenäiselle tuotetehtaalle on ominaista useimmiten oma johto sekä tuotannon ja materiaalitoimintojen suunnittelu. Kun tuotetehdas keskittyy tiettyyn komponenttiin ja selkeisiin laatu-, tulos- ja tuottavuusvastuisiin, saadaan ison organisaation tuottavuutta nostettua ja toiminnanohjausta helpotettua. Tämä perustuu siihen, että yrityksen tarvitsee vain tilata tarvittavat komponentit ja tuotteet, jotka tuotetehdas valmistaa ja toimittaa perille. Valmistustehtävät ovat usein pitkälle automatisoituja, ja tuotehtaan henkilöstömäärä on usein lähellä pien- ja keskisuurien yritysten luokkaa eli noin 20–100 henkeä. (Haverila ym. 2009, 478–479.)

3 FMS

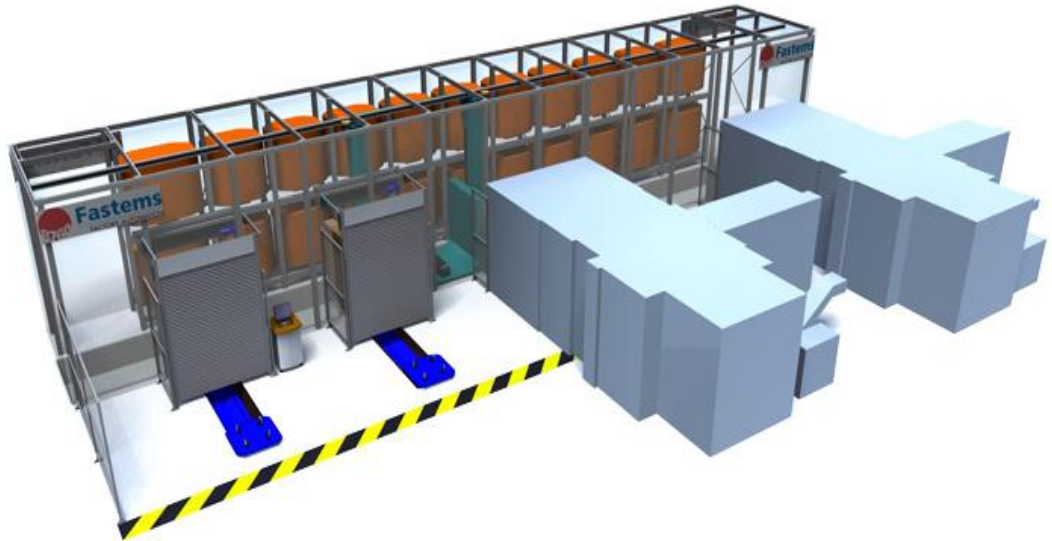
3.1 FMS-periaate

FMS (Flexible Manufacturing System) on konepajojen käyttämä automatisoitu valmistusjärjestelmä, jonka avulla voidaan parantaa toimitusaikaa, työstökoneiden käyttöastetta sekä palvelutasoa ilman kustannustason nousua. Nykypäivänä konepajat pyrkivät soveltamaan Lean-ajattelumallia, jonka tärkeimpiin ominaisuuksiin kuuluvat varastojen ja eräkokojen pienenä pitäminen tehokkuuden kärsimättä. Tällöin saavutetaan lyhyt toimitusaika ja korkeampi palvelutaso ilman kustannustason nousua. (Kumpulainen 2013, 34.)

Konepajoissa, joissa ei käytetä automaatiota tehokkaasti tai ollenkaan, on usein valittava tuotannon tehokkuus tai valmistuksen joustavuus toistensa kustannuksella. Joustavan automaation avulla saadaan yhdistettyä pienerien joustavuus sekä suurien valmistuserien tehokkuus. (Kumpulainen 2013, 34.)

3.2 FMS-rakenne

Yksinkertaisimmassa FMS-järjestelmässä on vähintään kaksi työstökonetta, korkea palettivarasto, latausasemia ja palettihissi, joka kuljettaa paletteja ja yhdistää järjestelmän osat (kuva 1). Järjestelmään voidaan myös liittää paljon oheislaitteita, kuten hitsausrobotteja, uuneja, kappaleen puhdistimia ja paletin pesukoneita. Joustava automaatio pyrkii erottamaan koneen ja operaattorin välisen suoran yhteyden. Työstettäviä kappaleita ladataan yleensä yhdeltä latausasemalta työstöpalettiin (jigi), josta ne siirtyvät palettihissin kautta FMS-varastoon odottamaan koneistusta. Latausasemalta voidaan myös ladata varastoitavia komponentteja, joita käytetään esimerkiksi FMS:ään integroiduissa kokoonpanosoluissa. Palettivaraston avulla pystytään hyödyntämään myös miehittämättömät työtunnit. Koneistuksen tuotantojonoa ja komponenttien varastointimäärää ohjataan järjestelmänohjauksen avulla, joka on yleensä integroituna yrityksen tuotannonohjausjärjestelmään. (Kumpulainen 2013, 34–35.)



KUVA 1. Yksinkertainen FMS-järjestelmä (Fastems Oy 2014)

4 INVESTOINTILASKELMAT

Investoinneilla tarkoitetaan taloudellisten resurssien sijoittamista yritykseen pitkäksi aikaväliksi, jotta yritys saavuttaisi taloudellista tulosta useamman vuoden ajan. Yrityksen investointitarve johtuu esimerkiksi konekannan vanhentumisesta, toimisto- ja tuotantotilojen ahtaudesta, hyvästä tuloksesta tai yrityksen markkinoiden laajentamisesta. Investoinneilla on myös positiivinen vaikutus koko kansantalouteen, sillä sen avulla voidaan luoda uusia työpaikkoja ja nostaa tuottavuutta sekä luoda kasvumahdollisuuksia myös muille yrityksille. On myös muistettava, että huonoilla investoinneilla voidaan hidastaa taloudellista kehitystä ja pääomien kiertoa. (Haverila ym. 2013, 195)

4.1 Investointien luokittelu

Erilaiset investoinnit on mahdollista luokitella ryhmiin niiden tuotto- ja kiireellisyysvaatimuksien mukaan. Esimerkki luokittelusta voi olla seuraavanlainen (Haverila ym. 2013, 197.)

- **pakolliset investoinnit:** lakeihin, asetuksiin tai viranomaismääräyksiin perustuvat investoinnit, esimerkiksi työsuojelu- ja ympäristönsuojeluinvestoinnit
- **välttämättömyysinvestoinnit:** koneiden korjaukset ja investoinnit toimintavarmuuden turvaamiseksi, esimerkiksi konekannan uusinta ja korjaukset
- **strategiset investoinnit:** yrityksen strategiaan pohjautuvat pitkän aikavälin investoinnit, esimerkiksi markkinointi, tuotekehittely ja myynti
- **tuottavuusinvestoinnit:** investoinnit, joilla lisätään tehokkuutta ja vähennetään kustannuksia kilpailukyvyyn parantuessa, esimerkiksi robottien ja tehokkaampien koneiden hankinta
- **laajennusinvestoinnit:** yrityksen toiminnan laajentamisen investoinnit liittyvät usein strategiaan investointeihin, esimerkiksi yritysostot, tuoteoikeusostot ja uusille markkinoille pääsy.

4.2 Investointilaskelmien tekijät

4.2.1 Perushankintakustannus

Perushankintakustannuksen määrittämiseen liittyy aina vähiten epävarmuutta kuin muihin investoinnin tekijöihin, sillä se sijoittuu lähimmäksi päätöksentekohetkeä. Suurin epävarmuustekijä perushankintakustannuksen määrittämisessä on rahoitustarpeen alimitoitus sekä investoinnin laajuusongelma, sillä investoinnilla voi olla seurauksia, joita ei ole ajoissa havaittu. Jos investointiprojektit ovat laajoja, olisi perushankintakustannusten apuna hyvä käyttää tarkistuslistoja, joista voidaan varmistaa, että olennaisimmat asiat on otettu huomioon. (Haverila ym. 2013, 200.)

4.2.2 Laskentakorkokanta

Kun investointivaihtoehtojen kannattavuutta vertaillaan, käytetään kannattavuutta arvioitaessa laskentakorkokantaa, jota voidaan pitää vaatimuksena investoinnin tuotolle. Sen avulla saadaan eri ajankohtiin ja vuosiin osuvat suoritukset vertailukelpoisiksi keskenään. Investointilaskelmissa laskentakorkokanta vaikuttaa investoinnin kannattavuuteen diskonttaustekijän ja annuiteetikertoimen kautta. (Haverila ym. 2013, 200.)

4.2.3 Nettotuotto

Investoinnista syntyvien vuotuisten tuottojen ja siitä aiheutuvien vuotuisten kustannuksien erotusta kutsutaan nettotuotoksi. Kustannusten ja nettotuottojen arvioinneissa on hyvä turvautua kysyntä ennusteisiin ja markkinointitutkimuksiin. Arvioinneissa kannattaa miettiä ensin tuottojen vuotuinen ennuste ja niistä johtaa vuotuiset kustannukset. (Lankinen 2014.)

4.2.4 Investointiajanjakso

Taloudellinen pitoaika, jonka aikana investointihyödyke osallistuu tuotantotoimintaan tuottavasti, kutsutaan investointiajanjaksoksi. Yleensä investointiajanjakso on koneen fyysinen ikä sen alkuperäisessä tarkoituksessa tai kunnes tekninen kehitys on tehnyt siitä vanhentuneen. Pitoajan arviointeihin jää aina epävarmuutta,

ja pitoajan määrittelyssä kannattaakin turvautua kokemuspohjaisiin tietoihin. (Haverila ym. 2013, 201-202.)

4.2.5 Jäännösarvo

Jäännösarvolla tarkoitetaan yksinkertaisesti sitä, kuinka paljon pitoajan lopussa koneesta saadaan myyntituloa. Investointikohteen tyyppi ratkaisee sen, onko jäännösarvos olemassa, sillä monissa tapauksissa jäännösarvo on nolla. Usein jäännösarvo voi olla myös negatiivinen, mikä johtuu investointikohteen hävittämisestä ja eroon pääsemisestä. (Lankinen 2014.)

4.3 Investointilaskelmien menetelmät

Investointilaskelmamenetelmiä on monia, jotka eroavat toisistaan ominaisuuksiltaan sekä lopputuloksiltaan. Laskelmat perustuvat investoinnin kustannuksista ja tuotoista, markkinoinnista sekä pääoman tarpeesta saatuihin tietoihin. Investointilaskelmamenetelmiä on esimerkiksi nykyarvomenetelmä, annuiteettimenetelmä, sisäisen korkokannan menetelmä, ROI ja takaisinmaksuajan menetelmä. Laskelmista kolmea ensimmäistä kutsutaan peruslaskentamenetelmiksi ja muita yksinkertaistetuiksi menetelmiksi. (Haverila ym. 2013, 199.)

4.3.1 Nykyarvomenetelmä

Nykyarvomenetelmässä kaikki investointiin liittyvät tuotot ja kustannukset diskontataan nykyhetkeen valittua laskentakorkoa käyttäen. Investointi on kannattava, jos nettotuotot ovat suuremmat kuin perusinvestointi eli jos niiden erotuksen arvo on positiivinen. Myös tapaus jossa tuotot ja kustannukset ovat samansuuruiset, eli erotus on nolla, voidaan hyväksyä. Diskontauksen avulla saadaan kaikki erät vertailukelpoisiksi (Lankinen 2014.)

Nykyarvomenetelmä lasketaan seuraavalla kaavalla:

$$V_0 = \sum_{t=1}^n \left[\frac{S_t}{(1+i)^t} \right] + \frac{J}{(1+i)^n} - H \quad (\text{KAAVA1})$$

S_t = nettotuotto vuonna t

$n = \text{investointiajanjakso vuosina}$

$i = \text{laskentakorkokanta}$

$J = \text{jäännösarvo}$

$H = \text{kaikki investointikulut}$

4.3.2 Annuiteettimenetelmä

Annuiteettimenetelmässä investoinnit jaetaan investoinnin hankintamenojen pitoaikaan vastaaville vuosille yhtä suuriksi tasaeriksi (= annuiteeteiksi). Annuiteetit muodostuvat poistoista sekä käytettävän laskentakorkokannan mukaisista korkokustannuksista. Annuiteettiä verrataan vuotuisiin pääomakustannuksiin, ja mitä suurempi niiden erotus on, sitä kannattavampi investointi on. Laskentamenetelmän ongelmana on toisistaan poikkeavien nettovuosien hankala hahmottaminen (Haverila ym. 2013, 203.)

$$\text{Annuiteetti} = C_{n/i} * \left(H - \frac{JA}{(1+i)^n} \right) \quad (\text{KAAVA 2})$$

$$C_{n/i} = \text{annuiteettitekijä} = \frac{i * (1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

$H = \text{hankintahinta}$

$JA = \text{jäännösarvo}$

$i = \text{laskentakorkokanta}$

$n = \text{pitoaika}$

4.3.3 Pääoman tuottoastemenetelmä, ROI

ROI (return on investment) eli tuottoaste saadaan jakamalla vuoden nettotuotto keskimääräisellä investoinnilla. Menetelmän vahvuus on sen yksinkertaisuus, joka antaa silti riittävät tulokset investointien tarkasteluun, sillä usein täsmällinen las-

kenta ei hyödytä, jos varsinkin lähtöarvot ovat epävarmoja (Haverila ym. 2013, 205.)

$$\frac{100\% * N}{P_k} \text{ (KAAVA 3)}$$

N = *vuotuinen nettotuotto poistojen jälkeen*

P_k = *investointiin sidottu pääoma*

4.3.4 Takaisinmaksuajan menetelmä

Takaisinmaksuajan menetelmässä selvitetään, milloin investoinnin nettotuottot ylittävät hankintakustannukset. Tällöin investoinnin rahamäärä vapautuu investoinnista. Menetelmää ei yleensä käytetä yksinään investointilaskujen teossa vaan pikemminkin laskujen tukena varsinkin tilanteessa, jossa tuottojen kertymistä pitkällä aikavälillä on vaikea ennakoida.

Takaisinmaksuaika lasketaan kaavalla:

$$\frac{H}{N} \text{ (KAAVA 4)}$$

H = *perushankintameno*

N = *nettotuotto vuodessa*

Menetelmän mukaan investoinnit, joista kertyy pääoma nopeasti takaisin, kannattaa suorittaa. (Haverila ym. 2013, 206.)

5 SUUNNITTELUTYÖN TOTEUTUS

Suunnittelutyössä käytettiin yrityksen tarjoamaa AutoCad-ohjelmaa, jolla piirrettiin layout-suunnitelmat 2D-mallisina, jonka etuina voidaan pitää yksinkertaisuutta, eli nopealla vilkaisulla voidaan hahmottaa koko tehtaan pinta-ala sekä koneiden käytössä olevat tilat. 2D-kuvat voidaan myös helposti tulostaa ja muuntaa PDF-muotoon, jolloin ne ovat kaikkien osapuolten käytettävissä. AutoCadia käytettäessä voidaan tehdä nopeasti eri versioita laitteiden sijoittelusta eikä yksinkertaisten ja mitoiltaan tarkkojen mallien tekeminen ole vaativaa, kunhan ohjelma on tullut ensin tutuksi.

Tässä työssä käytettiin layoutsuunnittelun apumenetelmistä vain työnkulkukaaviota, työajanmittausta sekä hyötyarvomatriisia, sillä tarkoituksena oli parantaa toimivan tehtaan layouttia, eikä esimerkiksi tuotantomääräanalyyseillä ja tuotannon simuloinneilla saavutettaisi merkittävää hyötyä työn edetessä.

5.1 Lähtökohdat

Työ aloitettiin päivittämällä nykyinen layout-kuva ajantasaiseksi, sillä tehtaassa oli tapahtunut muutoksia kokoonpanoissa ja varastohyllyjen asemoinnissa, joita ei ollut päivitetty tehtaan layout-kuviin (LIITE 1). Päivityksen jälkeen vuorossa oli vielä tehtaan viereisen rakennuksen, jonka Ramtec osti laajentaakseen toimitilaa, pohjapiirroksen tekeminen.

Nykyisestä tuotannosta tehtiin myös työnkulkukaavio sekä työajanmittaus, joiden avulla nähdään tuotannon solmukohdat ja hidastajat (LIITE 4).

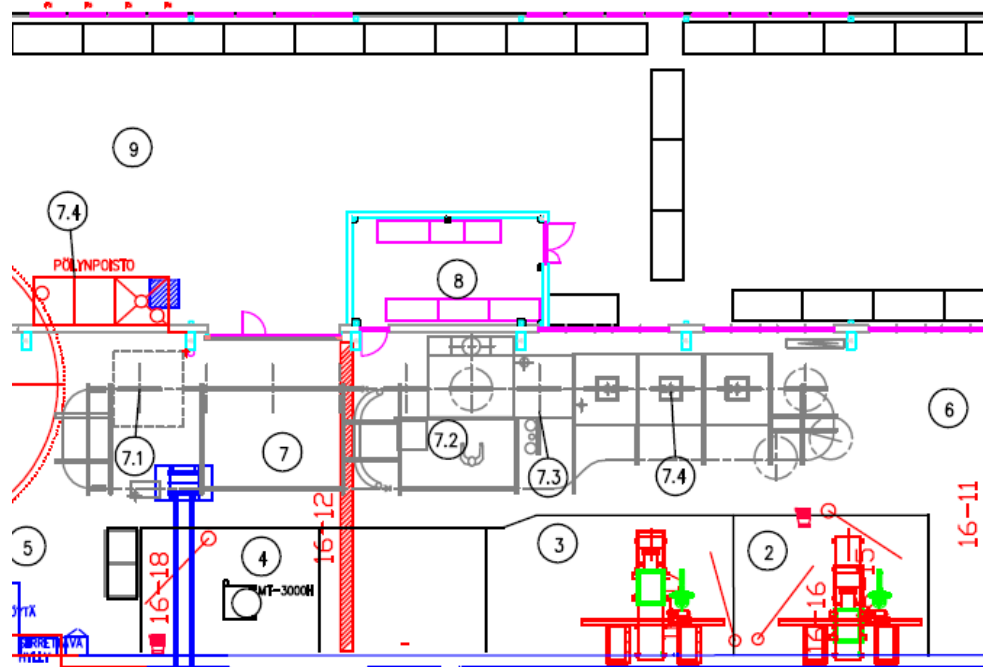
5.2 Nykytilanteen kuvaus

Nykytilanteessa FMS:n ja maalilinjaston välinen alue on jäänyt ahtaaksi ja vaikeakulkuiseksi työviihtyvyyden ja työturvallisuuden kannalta eikä kokoonpanoa ole mahdollista sijoittaa ahtauden takia FMS:n viereen (LIITE1). Ahtauden takia ei ole myöskään pystytty järjestämään tuotteille ylimaalaustilaa ja tällä hetkellä ylimaalaus suoritetaan niin, että maali leviää ympäristöön sotkien lattiat, seinät ja muut maalaustilan läheisyydessä olevat kohteet.

Nykyisellä materiaalivirtauksella ei myöskään saavuteta FMS järjestelmän täyttä potentiaalia.

5.3 Rajoittavat tekijät

Suunnittelupalaverien aikana layout-suunnittelun rajoittaviksi tekijöiksi muodostuivat aluksi sinkopuhdistimen (nro 7.1) ja maalivaraston (nro 8) siirto sekä siltanostimien sijainti ja niiden alapuolella olevien tuotantopisteiden (nro 2, 4, 5 ja 6) sijoittelu (KUVA 2, LIITE1). Sinkopuhdistinta ei voitu siirtää sen vaatimien pohjatöiden ja singon vaatiman korkeuden takia. Myös maalivarasto jouduttiin jättämään nykyiseen paikkaansa viranomaispäätösten sekä kiinteiden paloturvallisten seinien takia. Siltanostimia ei haluttu siirtää fyysisten kokojensa ja budjetin takia, mutta siltanostimien alapuolella olevien tuotantopisteiden fyysistä sijaintia sai muuttaa vain, jos työpisteet pysyisivät siltanostimien alueella. Viimeiseksi rajoittavaksi tekijäksi työn edetessä muodostui isojen laitteiden kokoonpanon vaatima tila sekä niiden nostamiseen tarvittava 10 tonnin siltanostin.



KUVA 2. Nykyinen maalauslinja ja ympäristö

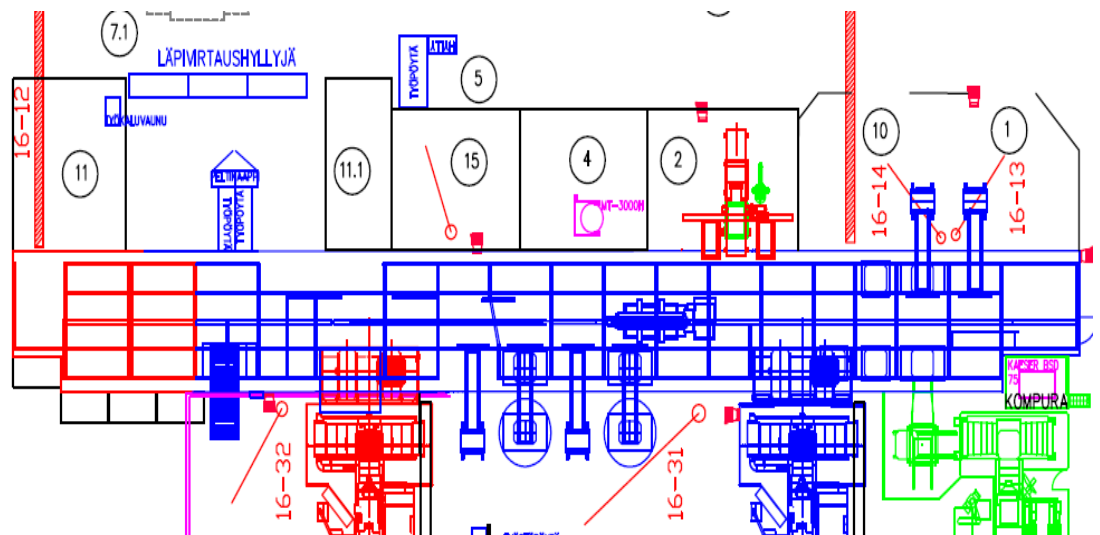
6 TUOTANNON LAYOUT-MUUTOKSET

Suunnittelun aikana valmistui monta erilaista raakalayout-suunnitelmaa, joista osa tippui pois työn edetessä. Loppuvaiheessa neljä suunnitelmaa valittiin muokattavaksi ja lähempään tarkasteluun. Muutoksien jälkeen layoutvaihtoehtojen arvioitiin käytettiin hyötyarvomatriisia (LIITE 5). Hyötyarvomatriisissa ratkaisuvaihtoehdot pisteytetään, minkä jälkeen pisteet kerrotaan kunkin arvioitavan tekijän painoarvolla. Vaihtoehtojen painoarvotut pisteet laskettiin yhteen ja saatiin kaksi selvästi parempaa layout-suunnitelmaa. Layout-suunnitelmat olivatkin hyvin samankaltaisia, ja päädyimme työnantajan edustajan kanssa ratkaisuun, jossa molempien suunnitelmien parhaimmat puolet yhdistetään ja piirretään puhtaaksi.

Tuotannon layout-muutoksia varten nykyinen kylmävarasto rakennetaan lämpimäksi, jolloin tehtaan lattiapinta-ala kasvaa. Osa kylmävarastossa olevista tavaroista ja tuotteista siirretään Ramtecin ostamaan rakennukseen.

6.2 Kokoonpanosolujen sijoitus FMS-ympäristöön

Kokoonpanoa on kehitetty eriyttämällä isojen sekä pienten laitteiden kokoonpano toisistaan. Pienten laitteiden kokoonpano on tuotu FMS-ympäristöön, jolloin myös FMS:ään voidaan varastoida pienten laitteiden tarvitsemia osia. Pienten laitteiden tarvitsema kokoonpanotila FMS:n ympäristöstä (KUVA 4, LIITE 2) saatiin poistamalla tarpeeton hitsausrobotti sekä siirtämällä liitoshitsauksen (nro 4) työtilaa keskenmälle. Pienten laitteiden kokoonpano on eriytetty vielä kahteen työpisteeseen, jossa toisessa tapahtuu tuotteiden "perien" kokoonpano (nro 11.1) varastoon ja toisessa tuotteiden loppukokoonpano (nro 11).



KUVA 4. FMS ympäristön muutokset

6.3 Muut kehitykset

Isojen laitteiden kokoonpano (nro 13) sekä koeajolaitteisto (nro 12) on sijoitettu kokoonpanohallista vapautuneeseen tilaan (LIITE 2). Koeajolaitteisto on sijoitettu siten, että se ei häiritse kummankaan kokoonpanon materiaalivirtausta.

Vasen puoli nykyisestä kylmästä tilasta (pahvipuristimen alue) jätetään kylmäksi "romuvarastoksi", joka eristetään tulevasta lämpimästä tilasta lämpöä eristävällä väliseinällä. Oikealle puolelle kylmävarastoa on suunniteltu "tuulikaappi", jonka tarkoitus on estää lämpimän ilman karkaaminen suoraan ulos trukilla lastaamisen aikana.

7 INVESTOINTILASKUT

Investointilaskelmat tehtiin yrityksen ulkopuolelta tilattaviin töihin Excel taulukkolaskentaohjelman avulla. Laskennassa käytettiin yksinkertaisia ja yleisimpiä menetelmiä eli nykyarvomenetelmää, annuitettimenetelmää, pääoman tuottoaste-menetelmää ja takaisinmaksumenetelmää, jotka toteutettiin helposti Excelin taulukkolaskentaohjelmalla. Taulukossa 1 on lueteltuna karkeat arviot maalauslinjaston muutoksista, jossa hintojen arviot perustuvat kokemusperäiseen hinnoitteluun sekä muutamaan tarjoukseen.

Taulukossa 2 laskentakorkona käytettiin 20 %:a, jota voidaan pitää hyvänä vaatimuksena investoinneilla, joilla pyritään tuottojen lisäämiseen. Pitoajaksi määrättiin 18 vuotta, ja se perustuu kokemusperäiseen arvioon, sillä edellinen maalausra-ta oli 18 vuotta vanha. Jäännösarvona on nolla euroa, sillä mitä todennäköisem-min vanhan radan hävittämisestä kertyy jäännösarvoon tappiota.

Alustavien investointilaskelmien pohjalta voidaan todeta, että tuleva investointi on kannattava nykyisillä arvoilla.

TAULUKKO 1 Karkeat arviot maalauslinjaston muokkauksesta

	Hinta €	Varattava ylitys €
• Kylmävaraston muunto	100 000	50 000
• Uusi maalauslaitteisto	47 200	
• Singon modernisointi	20 000	6000
• Maalauslinjan muokkaus	100 000	50 000
• Lämmön talteenotto	80 000	24 000
• Ilmastoinnin tehostus	40 000	12 000
• Ylimaalaustila	30 000	
Yhteensä	417 200€	142 000€

TAULUKKO 2 Investointilaskelma karkeiden investointiarvioiden pohjalta

INVESTOINTIHANKKEEN NIMI:			Maalausrata kokonaisuudessaan		
LÄHTÖARVOT			INVESTOINNIN KANNATTAVUUS		
LASKENTAKORKO		20 %	NYKYARVOMENETELMÄ		
			EROTUS	124 126,07 €	
PITOAIKA (VUOTTA)		18	Investointi on kannattava, jos arvo on positiivinen		
JÄÄNNÖSARVO		0 €	ANNUITEETTIMENETELMÄ		
			VUOSITUOTTO	36 636,93 €	
INVESTOINTIMENO		-417 200 €	Kannattava, jos luku on yhtä suuri tai suurempi kuin vuotuiset pääomakustannukset		
NETTOTUOTOT € / VUOSI			PÄÄOMAN TUOTTOASTEMENETELMÄ		
2014	Vuosi 1	90 000 €	ROI	24 %	
2015	2	90 000 €			
2016	3	90 000 €	TAKAISINMAKSUAJAN MENETELMÄ		
2017	4	130 000 €	TAKAISINMAKSUAIKA	3,4 vuotta	
2018	5	130 000 €	Investointi kannattaa suorittaa jos pääoma kertyy nopeasti takaisin		
2019	6	130 000 €			
2020	7	130 000 €	VUOSIPOISTO	TASAERÄ	23 178 €
2021	8	130 000 €			
2022	9	130 000 €	Täytä arvot kenttiin laskentakorko, pitoaika, jäännösarvo(voi olla myös 0 tai negatiivinen), investointimeno(negatiivinen) ja nettotuotot vuosittain pitoajan mukaan!		
2023	10	130 000 €			
2024	11	130 000 €			
2025	12	130 000 €			
2026	13	130 000 €			
2027	14	130 000 €			
2028	15	130 000 €			
2029	16	130 000 €			
2030	17	130 000 €			
2031	18	130 000 €			
2032	19				
2033	20				
YHTEENSÄ		2 220 000 €			

8 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia toimeksiantoyrityksenä toimineen Ramtecin mahdollisuutta kehittää nykyistä toimintaansa kohti omien laitteiden valmistusta suunnittelemalla yritykselle tulevaisuuden tarpeita vastaava layout-suunnitelma. Layout-suunnittelun rajoittavimpana tekijänä voidaan pitää FMS-järjestelmää, jonka ympärille layout-suunnitelma tuli tehdä. Layout-suunnitelman lisäksi yritykselle tehtiin alustava investointilaskelma. Tämän työn teoriaosuudessa käsiteltiin layout-suunnittelua ja layout-malleja sekä investointilaskelmia, jotka toimivat pohjana työn varsinaisessa osuudessa.

Investointilaskelmat olivat alustavia, ja suurin osa hinnoista perustui kokemuspäisiin kustannuksiin. Investointilaskelmia on kuitenkin helppo muuttaa tehdyllä Excel-taulukolla työn edetessä.

Ottamalla opinnäytetyön tulokset yrityksessä käyttöön saavutetaan tuotteiden parempi materiaalivirtaus, FMS:n käyttöaste kasvaa sekä ylimaalaustilallekin saatiin tilaa ympäristöstä.

LÄHTEET

Painetut lähteet:

Haverila, M. Uusi-Rauva, E. Kouri, I & Miettinen, A. 2009. Teollisuustalous. 6 uudistettu painos. Tampere: Infacs Oy.

Kumpulainen, S. 2013. Fastems FMS: täydellä teholla. Tampere: Fastems Oy Ab.

Elektroniset lähteet:

Fastems Oy. 2014. Tehdasautomaatioratkaisut [viitattu 17.7.2014]. Saatavissa: http://www.fastems.com/brochures/fastems/automation/automation_lang_fi.pdf

Jerkku, J. 2014. Konserni esitelmä. Powerpoint esitelmä

Lavikainen, P. 2009. Tuotannonohjaus [viitattu 25.6.2014]. Saatavissa: http://reppu.lamk.fi/pluginfile.php/485930/mod_folder/content/0/Tuotannonohjaus.pdf?forcedownload=1

Lankinen. 2014. Pohjois-Karjalan AMK. Investointilaskentapohja ja -sanasto [viitattu 27.6.2014]. Saatavissa: <http://www2.amk.fi/digma.fi/eetu/www.amk.fi/opintojaksot/500/1138278559722.html>

Ramtec Oy. 2014. Historia lyhyesti [viitattu 14.3.2014]. Saatavissa: <http://www.ramtec.fi/fi/yritys/historia-lyhyesti/>

LIITTEET

LIITE 1. Nykyinen layoutkuva

LIITE 2. Layoutin kehittämissuunnitelma

LIITE 3. Numerointi liittyen layoutkuviin

LIITE 4. Työnkulkukaavio

LIITE 5. Hyötyarvomatriisi

Architectural floor plan of a building, likely a school or institutional facility, showing various rooms and equipment. The plan is color-coded with red, blue, and green lines and includes various symbols for doors, windows, and furniture.

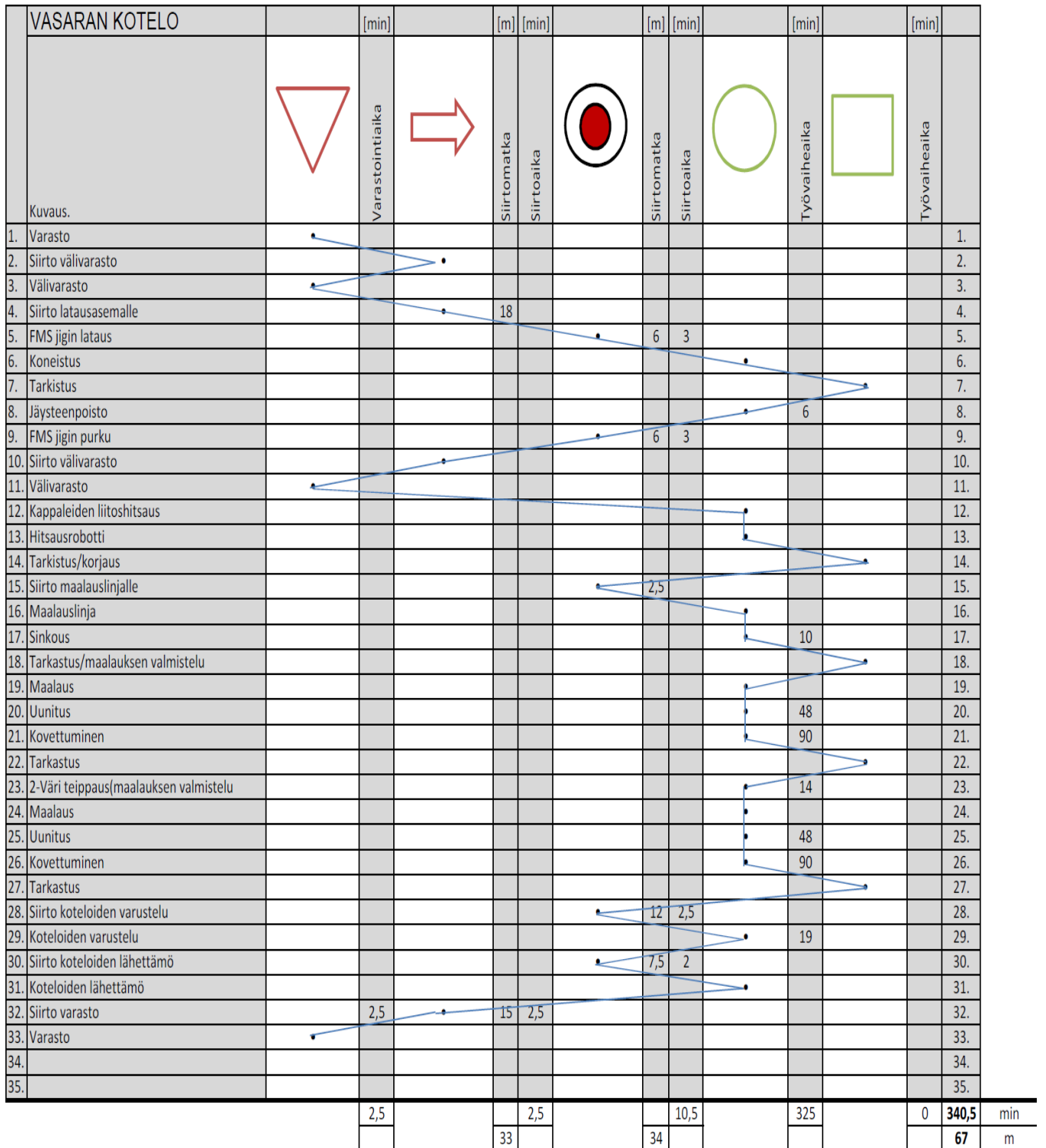
Key areas and labels include:

- Rooms and Spaces:** 1 (16-13), 2 (16-16), 3 (16-12), 4 (16-18), 5 (16-12), 6 (16-11), 7 (16-12), 8 (16-12), 9 (16-12), 10 (16-12), 11 (16-12), 12 (16-12), 13 (16-12).
- Staircase:** 16-31
- Lift:** 16-32
- Kitchen:** 16-14
- Other Labels:** ПОДЪЕМНИК (Elevator), КУХНЯ (Kitchen), ЛАВКА (Bench), ПЕЧАТНИК (Printer), КОПИРОВАЛЬНИК (Copier), ТЕЛЕФОН (Phone), КОМПЬЮТЕР (Computer), ПЕЧАТНИК (Printer), КОПИРОВАЛЬНИК (Copier), ТЕЛЕФОН (Phone), КОМПЬЮТЕР (Computer).

LIITE 3. Numerointi liittyen layout kuviin

1. Hitsaus
2. Hitsausrobotti 1
3. Hitsausrobotti 2
4. Koteloiden liitoshitsaus
5. Maalauksen valmistelu
6. Koteloiden varustelu
7. Maalausrata
 - 7.1 Sinkopuhdistin
 - 7.2 Maalaus
 - 7.3 Haihdutin
 - 7.4 Kuivatusuuni
 - 7.5 Singon sykloni
8. Maalivarasto
9. Kylmävarasto
 - 9.1 Jätepuristin
10. Korjaushitsaus
11. Pienien laitteiden kokoonpano
12. Koestusalue
13. Isojen laitteiden kokoonpano
14. Ylimaalaus
15. Koteloiden välivarasto
16. Koulutusalue
17. Tuulikaappi

LIITE 4. Työnkulkukaavio



LIITE 5. Hyötyarvomatriisi

HYÖTYARVOMATRIISI										
			Vaihtoehtojen pisteytys							
			Arvosana		Arvosana		Arvosana		Arvosana	
Painoarvo 0-10			A		B		C		D	
1.	Materiaalin virtaus	8	16	2	24	3	32	4	-8	-1
2.	Investointitarve	5	10	2	10	2	10	2	-5	-1
3.	Joustavuus laajennuksille	3	9	3	9	3	9	3	6	2
4.	Sijoittuminen	6	6	1	24	4	18	3	6	1
5.	Pinta-alan hyväksikäyttö	7	14	2	14	2	14	2	7	1
6.	Kunnossapito	6	12	2	12	2	12	2	12	2
7.	Kuljetusmatkat	8	16	2	16	2	16	2	16	2
8.	Turvallisuus	8	16	2	16	2	16	2	16	2
9.										
SUMMA			99		125		127		50	

A = melkein täydellinen 4

O = välttävä 1

E = erittäin hyvä 3

U = huono 0

I = hyvä 2

X = ei toivottava -